

» E-mail  
Scienzaonline.comLa scoperta dei frattali cosmici - Yuriy Baryshev e  
Pekka Teerikorpi

- ▼ Home Page
- ▼ Redazione
- ▼ Contatti

[Torna al sommario](#)

Articolo pubblicato il 17-01-2006

**Acquista il Cd-Rom  
di Scienzaonline**

**Numero 24 - Anno 3  
17 Gennaio 2005**
  
powered by FreeFind

### ■ La scoperta dei frattali cosmici

Traduzione di Sara Sidoretti e Giuliano Pascucci

Introduzione di Benoit Mandelbrot Anno 2005

Collana «Saggi scienze»

Prezzo circa 36,00

464 pagg., con 92 figure nel testo

Recensione di: Francesco Sylos Labini\* e Luciano Pietronero\*\*

Questo libro racconta la storia delle idee che hanno guidato le diverse culture nel corso dei millenni alla ricerca della comprensione degli interrogativi più antichi dell'uomo: la natura del cosmo. Accompagnando il lettore attraverso una semplice ed accessibile presentazione dell'evoluzione delle "teorie cosmologiche", sono discusse le differenti spiegazioni che nel corso del tempo sono state elaborate mettendo così in luce l'aspetto più affascinante della cosmologia, o, in altre parole, dello studio dell'universo nel suo insieme: che sia dunque una delle ricerche più antiche che l'uomo ha intrapreso, forse la prima.

Le domande cui si vorrebbe rispondere sono così enormi, profonde, complesse, che nel passato si è fatto ricorso prima alla mitologia ed alla religione e poi, grazie allo sviluppo delle scienze fisiche, è iniziata un'elaborazione di modelli cosmologici che ancora continua.

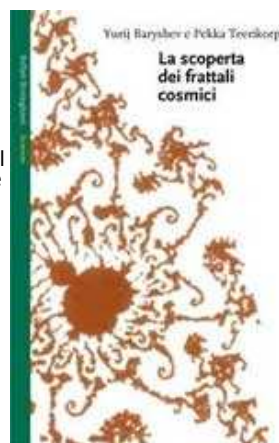
Oggi, l'antichità delle origini di questa ricerca s'intreccia in modo inestricabile con l'attualità della nostra conoscenza scientifica. Come hanno fatto i nostri antenati di fronte alla magnificenza del cielo stellato, gli scienziati odierni cercano di rispondere alle stesse domande. Questo è il filo conduttore del libro.

Ogni nuova scoperta rappresenta un piccolo o grande tassello in questa ricerca, che viene da lontano ed andrà ancora più lontano di quanto oggi possiamo immaginare o sperare. A questa imprescindibile ricerca gli autori attribuiscono tre "regole d'oro": Dubita dell'ovvio, aspettati l'inaspettabile e tieniti pronto per nuove possibilità.

Questa è la lezione della storia raccontata in questo libro: che ogni "soluzione" è figlia del suo tempo e perciò destinata ad essere, alla fine, superata da una nuova. Nei nostri tempi, lo scienziato dispone di conoscenze strabilianti se confrontate a quelle di solo qualche decennio fa, grazie alle soluzioni di problemi teorici ed allo sviluppo di nuovi e più potenti mezzi osservativi, come satelliti e grandi telescopi.

Ma la cosmologia, a differenza della fisica, rimane una scienza sostanzialmente debole. Nella fisica di laboratorio l'asse portante è rappresentato dal confronto continuo ed estenuante tra risultati teorici ed esperimenti, e se a volte la teoria fa un passo più veloce, altre volte è l'esperimento che apre le nuove vie della ricerca ponendo più intricati problemi.

In questo continuo confronto tra elaborazione teorica e lavoro sperimentale si è potuta sviluppare una conoscenza, sempre limitata, ma "forte" che ha reso cioè possibile lo sviluppo tecnico di gran parte delle cose che ci circondano. Nella cosmologia un risultato sperimentale è soprattutto rappresentato da un nuovo dato osservativo: abbiamo un "solo" universo e non possiamo certo fare degli esperimenti in laboratorio. Dunque lo scienziato moderno si trova davanti ad un sorta di puzzle, dove ogni osservazione fornisce un tassello. La composizione dei vari tasselli in un coerente quadro teorico è oggi la grande



### Elenco Materie

- Medicina
- Scienze Naturali
- Astronomia
- Paleontologia
- Archeologia
- Genetica
- Geologia
- Antropologia
- Matematica
- Fisica
- Chimica
- Epidemiologia
- Ambiente
- Malacologia
- Nucleare
- Tecnologia
- Etica
- Informatica
- Giochi e Rompicapi
- Eventi
- Sessuologia
- Botanica
- Zoologia

### Link Partner

- ▼ Paleofox.com
- ▼ Agenziastampa.org

### Utilità

- ▼ Link di Scienza
- ▼ Sfondi Desktop
- ▼ Programmi

### Recensioni Libri

sfida della cosmologia teorica.

Solo qualche decennio fa i dati osservativi rappresentavano sporadici ed incompleti lampi di luce nell'oscura profondità del cosmo. Oggi i ricercatori hanno intrapreso dei programmi osservativi che mettono la cosmologia al pari della fisica delle particelle elementari, ma solo per lo sforzo economico e strutturale compiuto e non per la natura intrinseca di questa ricerca, come si faceva cenno sopra. Infatti la costruzione di grandi telescopi, di satelliti, la programmazione d'osservazioni sistematiche del cosmo ha generato un'enorme quantità di dati ed ha permesso di sviluppare collaborazioni internazionali a tutto campo.

Tutto questo è avvenuto negli ultimi venti anni tanto che i più ottimisti parlano oggi, forse incautamente, di "cosmologia di precisione". Questo libro, se da una parte ci ricorda l'enorme differenza che intercorre tra una scienza sperimentale, basata su esperimenti controllati, ed una osservativa, basata talvolta sulla casualità delle scoperte e l'incontrollabilità delle stesse, d'altra parte ci ricorda la peculiarità della cosmologia come scienza: i limiti di non poter essere mai certi, come lo può essere chi studia la fisica della materia, che i tasselli siano quelli giusti, sia per la loro completezza sia per la loro interpretazione.

Il tema fondamentale del libro, come suggerisce il titolo, rappresenta un aspetto così nuovo e sorprendente della moderna ricerca cosmologica che sembra la conferma letterale delle "regole d'oro" sopra menzionate. Questa volta non si tratta solamente di nuovi dati osservativi ma anche, soprattutto, dello sviluppo di un quadro teorico che possa permettere una nuova interpretazione degli stessi.

Questa nuova prospettiva cambia, infatti, la maniera di rimettere insieme i differenti tasselli del puzzle cosmologico, risolvendo alcuni problemi, e soprattutto ponendo altre affascinanti domande. Per comprendere di cosa si tratti bisogna considerare due elementi.

Il primo è rappresentato dalla costruzione di grandi e coerenti cataloghi di galassie, con i quali, grazie alla misura della posizione nel cielo e della distanza (attraverso il "redshift"), è possibile ricostruire la distribuzione delle galassie nello spazio. Da questi cataloghi sono state derivate delle vere e proprie mappe dell'universo a grande scala, che ci hanno fatto un'inaspettata sorpresa: hanno mostrato infatti l'esistenza di enormi strutture di galassie.

La galassia, un'"isola" auto-gravitante di stelle e materia, rappresenta l'unità fondamentale di questo studio, il "punto" della cosmologia. La distribuzione di questi punti è dunque molto irregolare, con gruppi ed ammassi interconnessi che formano catene e filamenti sospesi intorno a grandi zone vuote di materia visibile. Queste mappe hanno infatti mostrato l'esistenza di quelle che oggi si chiamano "le grandi strutture a larga scala", formate da migliaia di galassie raggruppate insieme.

Il secondo elemento è fornito dalla fisica dei sistemi complessi, che permette non solo di interpretare la geometria di queste strutture ma anche di porre i problemi teorici che possono aiutarci a comprenderne la formazione. La ricerca cosmologica, ambizioso progetto, non può, infatti, prescindere dallo sviluppo d'altri settori della fisica e, più generalmente, della scienza: anzi vi è fortemente legata e da questa trae l'energia delle nuove idee e concetti che sono indispensabili per illuminare problemi altrimenti irrisolti.

Dunque, mentre la cosmologia cerca di costruire una teoria fisica coerente per l'interpretazione delle diverse osservazioni dell'universo alle scale più grandi, la fisica statistica e dei sistemi complessi si occupa della comprensione di sistemi con tanti gradi di libertà, irregolari, non lineari, caotici. Per questo motivo, non è sorprendente che questo recente campo della fisica teorica possa fornire idee e concetti nuovi alla cosmologia, come questo libro cerca di dimostrare. Spesso dallo studio di soggetti che si trovano al confine tra diversi campi sono stati compiuti dei progressi importanti. Questo è avvenuto, per esempio, in varie applicazioni dello studio di fenomeni intrinsecamente irregolari e non lineari. Da un punto di vista teorico sta diventando chiaro che sistemi dissipativi lontano dall'equilibrio possano sviluppare comportamenti collettivi che portino all'emergenza di strutture organizzate di una grande complessità.

Questo è il soggetto principale della "Scienza dei Sistemi Complessi", che rappresenta un approccio nuovo ed interdisciplinare per lo studio, in molti differenti campi della scienza, di sistemi composti da numerose, interdipendenti ed interagenti parti. Nei sistemi complessi questi comportamenti collettivi emergono in una maniera imprevedibile ed inaspettata dall'esame delle singole parti che lo compongono.

In questo senso l'idea che "la realtà ha una struttura gerarchica nella quale a ciascun livello delle leggi, concetti e generalizzazioni nuove sono necessarie e richiedono un'ispirazione ed una creatività dello stessa natura di quella usata al livello precedente" (P.W. Anderson, 1972).

In altre parole, la fisica riduzionistica focalizza l'attenzione sui mattoni elementari che formano la materia: poi questi mattoni sono messi insieme in strutture meravigliose ed elaborate. La fisica dei sistemi complessi si occupa di queste architetture che dipendono solo in parte dalla natura dei mattoni costituenti, che hanno leggi fondamentali e proprietà che non possono essere dedotte dalla conoscenza di quei mattoni elementari.

Questa situazione permette dunque lo studio di nuovi comportamenti dinamici collettivi, e la loro comprensione rappresenta una delle sfide più intriganti della fisica teorica moderna. In questo ambito si inquadra il dibattito legato alla natura "frattale" della distribuzione delle galassie a grande scala, di cui gli scriventi ed i loro collaboratori, inclusi Baryshev e Teerikorpi, rappresentano una controparte riconosciuta a livello mondiale.

La geometria frattale rappresenta lo strumento quantitativo e matematico per la caratterizzazione di strutture intrinsecamente complesse, come gli alberi, i fulmini, i fiocchi di neve, le nuvole, e gran parte delle forme naturali che siamo abituati a vedere guardando fuori dalla finestra. Ma anche nel nostro corpo per esempio, la natura ha adottato una distribuzione irregolare per risolvere vari "problemi", come la struttura dei vasi sanguigni o dei polmoni.

Nel primo caso la ragione è semplice: il sangue rappresenta solo il 5% del volume del corpo umano ma può essere distribuito su tutto il restante volume grazie all'adozione di una fitta rete di vene e capillari, che con la loro differente dimensione e con la continua biforcazione, riesce così ad ottimizzare lo scambio.

In breve, e rimandiamo il lettore al libro per una discussione più approfondita, la geometria frattale ci ha permesso di comprendere matematicamente la gran parte delle strutture irregolari presenti in natura. La sua applicazione alla distribuzione delle galassie, in altre parole alle mappe tridimensionali cui si faceva cenno prima, è stato il nostro contributo a questo campo.

Prima dell'avvento della geometria frattale i dati delle galassie sono stati studiati attraverso un metodo statistico che assumeva che la distribuzione fosse uniforme, e dunque ne caratterizzava la disomogeneità. Il problema di questo metodo è semplicemente che la sua applicazione ad una distribuzione che uniforme non è, un frattale per esempio, porta ad una serie di risultati matematicamente inconsistenti, in altre parole che non sono legati alle caratteristiche proprie della distribuzione in questione, quanto invece a degli effetti spuri che dipendono per esempio dalla grandezza dei campioni studiati.

Insomma i vecchi metodi statistici cercano di rispondere a delle differenti domande rispetto ai metodi della geometria frattale. Quest'ultimi tuttavia sono più generali, poiché contengono i metodi tradizionali per lo studio di sistemi uniformi come caso limite.

La comprensione della natura frattale della distribuzione a larga scala della materia luminosa porta con sé in maniera naturale delle differenti questioni teoriche rispetto a quelle comunemente stabilite attraverso i metodi usuali. Dunque se da una parte il dibattito sulla natura frattale della distribuzione delle galassie riguarda una questione di grandezze scala, cioè fino a che distanza le galassie abbiano proprietà frattali, dall'altra apre la via per lo studio di queste strutture, a prescindere dalle scale, con una prospettiva diversa rispetto all'approccio tradizionale.

Per quanto riguarda l'estensione di queste strutture i nuovi dati che si stanno raccogliendo proprio in questi anni, chiariranno la natura delle distribuzione a grande scala in maniera definitiva. Come sottolineato più volte in questo libro l'esistenza di strutture sempre più grandi sembra essere confermata via che i nuovi dati vengono raccolti. Tuttavia, dopo la scoperta, la comprensione della dinamica che ha dato origine ai "frattali cosmici" rappresenta dunque la grande sfida della cosmologia contemporanea.

Siamo sicuri che il lettore troverà in questo libro una descrizione appassionante di questa problematica, inserita in un contesto storico di grande visione culturale che riesca a trasmettere il caldo fascino di una ricerca di frontiera che, come sempre, caratterizza lo sviluppo di nuove idee e la comprensione di problemi che sono da una parte puramente teorici, ma che d'altro canto si intrecciano inestricabilmente con le più antiche domande che l'uomo si è posto.

\* Francesco Sylos Labini  
Centro Studi e Ricerche  
Enrico Fermi  
Home Page: <http://pil.phys.uniroma1.it/~sylos/>

\*\* Luciano Pietronero  
Dipartimento di Fisica  
Università La Sapienza Roma  
Home Page: <http://pil.phys.uniroma1.it/~luciano/>

Autorizzazione del Tribunale di Roma n 293/2003 del 7/07/2003 Giornale a periodicità Mensile - Pubblicato a Roma - V. A. De Viti de Marco, 50  
Direttore Responsabile: Guido Donati

